

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

日本国特許庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application:

1999年12月20日

出願番号

Application Number:

平成11年特許願第361701号

出願人

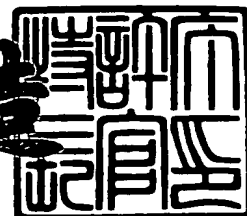
Applicant (s):

セイコーインスツルメンツ株式会社

2000年12月15日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3104004

【書類名】	特許願
【整理番号】	99000907
【提出日】	平成11年12月20日
【あて先】	特許庁長官 殿
【国際特許分類】	G11B 7/135
【発明者】	
【住所又は居所】	千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 株式会社エスアイアイ・アールディセンター内
【氏名】	新輪 隆
【発明者】	
【住所又は居所】	千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 株式会社エスアイアイ・アールディセンター内
【氏名】	加藤 健二
【発明者】	
【住所又は居所】	千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 株式会社エスアイアイ・アールディセンター内
【氏名】	光岡 靖幸
【発明者】	
【住所又は居所】	千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 株式会社エスアイアイ・アールディセンター内
【氏名】	大海 学
【発明者】	
【住所又は居所】	千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 株式会社エスアイアイ・アールディセンター内
【氏名】	笠間 宣行
【発明者】	
【住所又は居所】	千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 株式会社エスアイアイ・アールディセンター内
【氏名】	市原 進

【特許出願人】

【識別番号】 000002325

【氏名又は名称】 セイコーインスツルメンツ株式会社

【代表者】 服部 純一

【代理人】

【識別番号】 100096286

【弁理士】

【氏名又は名称】 林 敬之助

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008246

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9003012

【プルーフの要否】 不要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 近視野光プローブとその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 近視野光を発生および／あるいは検出することで、試料の微小領域における光学情報を観察、計測あるいは試料の微小領域における加工を行うプローブであり、

片持ち梁状のカンチレバーと、

前記カンチレバーを支持する基部と、

前記カンチレバーに形成され、前記基部とは反対側の面に形成された錘状のチップと、

前記チップの先端に形成された微小開口と、

前記カンチレバーの前記基部とは反対側の面と、前記チップの前記微小開口以外の面に形成された遮光膜からなり、

前記チップと前記カンチレバーが、前記微小開口において発生および／あるいは検出する光の波長に対して透過率の高い透明材料を用いて形成され、前記チップが前記透明材料で充填されていることを特徴とする近視野光プローブ。

【請求項 2】 前記チップと前記カンチレバーが、同一の前記透明材料で形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の近視野光プローブ。

【請求項 3】 前記透明材料が、二酸化ケイ素であることを特徴とする請求項 2 記載の近視野光プローブ。

【請求項 4】 前記チップと前記カンチレバーが、光学的特性が異なる前記透明材料で形成されていることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の近視野光プローブ。

【請求項 5】 前記チップが、円錐形状であることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の近視野光プローブ。

【請求項 6】 前記チップが、錘体の側面の角度が異なる複数の錘体からなることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の近視野光プローブ。

【請求項 7】 前記カンチレバーに、前記微小開口に入射光を集光するためのまたは／および前記微小開口で検出した光をコリメートするためのレンズを備

えている事を特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の近視野光プローブ。

【請求項 8】 前記レンズが、前記カンチレバーの前記基部側に形成されたフレネルレンズであることを特徴とする請求項 7 記載の近視野光プローブ。

【請求項 9】 前記レンズが、前記カンチレバー内の屈折率分布を制御して形成される屈折率分布型レンズであることを特徴とする請求項 7 記載の近視野光プローブ。

【請求項 10】 前記チップの先端が前記遮光膜の端面と略同一平面内に位置することを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載の近視野光プローブ。

【請求項 11】 前記チップの先端が、前記遮光膜の端面よりも突出しており、その突出量が、前記微小開口への入射光、または／及び、前記微小開口で検出する光の波長の半分以下であることを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載の近視野光プローブ。

【請求項 12】 前記チップの高さを  $H$ 、前記カンチレバーの傾斜角度を  $\theta_1$ 、前記チップに入射する入射光の前記カンチレバー上でのスポット径または／および前記微小開口によって検出し、検出器に入射する光の前記カンチレバー上でのスポット径を  $R_1$ 、前記チップの中心から前記カンチレバーの自由端までの距離を  $L_1$  としたとき、

$$R_1 < L_1 < H / \tan \theta_1$$

を満たす  $L_1$  を有することを特徴とする近視野光プローブ。

【請求項 13】 前記カンチレバーの先端が、前記チップ側から前記基部側に広がるような傾斜部を有していることを特徴とする請求項 1 から 12 のいずれか一項に記載の近視野光プローブ。

【請求項 14】 前記カンチレバーの側面が、前記チップ側から前記基部側に広がるような傾斜部を有していることを特徴とする請求項 1 から 13 のいずれか一項に記載の近視野光プローブ。

【請求項 15】 前記カンチレバーの先端に、前記基部側に突出するように形成された薄板状の連結部が形成され、前記連結部から前記カンチレバーと略平

行に伸びる薄板状のひさし部が形成されている事を特徴とする請求項 1 から 1 4 のいずれか一項に記載の近視野光プローブ。

【請求項 1 6】 前記近視野光プローブの製造工程において、前記カンチレバーの外形形成工程が、前記テーパ形状を形成するための等方性エッチングを含む事を特徴とする前記近視野光プローブの製造方法。

【請求項 1 7】 前記近視野光プローブの製造工程において、前記連結部および前記ひさし部の形成工程が、基板に段差を形成する工程と、前記基板に前記透明材料を堆積する工程を含む事を特徴とする前記近視野光プローブの製造方法

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

この発明は、試料の微細領域における光学特性を観察、計測、加工する近視野光プローブとその製造方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

現在、走査型近視野顕微鏡（以下、SNOMと略す）では、先鋭化された先端に微小開口を有する光媒体をプローブとして用い、先端および微小開口を光の波長以下まで測定試料に近づけることで、試料の光学特性や形状を高分解能で測定している。この装置では、試料に対して垂直に保持した直線状の光ファイバプローブの先端を、試料表面に対して水平に振動させ、試料表面とプローブ先端のせん断力によって生じる振動振幅の変化の検出を、プローブ先端にレーザ光を照射し、その影の変化を検出することによって行い、振幅が一定になるように試料を微動機構で動かすことによって、プローブ先端と試料表面の間隔を一定に保ち、微動機構に入力した信号強度から表面形状を検出するとともに試料の光学特性の測定を行う装置が提案されている。

【0 0 0 3】

また、鉤状に成形した光ファイバプローブを原子間力顕微鏡（以下AFMと略す）のカンチレバーとして使用し、AFM動作すると同時に、光ファイバプ

ローブの先端から試料にレーザ光を照射し、表面形状を検出するとともに試料の光学特性の測定を行う走査型近視野原子間力顕微鏡が提案されている（平 7-174542）。図 16 は、従来例の光ファイバプローブを示す構成図である。この光ファイバプローブは、光ファイバー 501 が用いられ、光ファイバー 501 の周囲は金属膜被覆 502 で覆われている。また、探針部 503 が先鋭化されており、探針部 503 の先端に開口 504 を有する。

#### 【0004】

一方、微細領域の形状観察手段として利用されている A F M では、シリコンプロセスで製造されたシリコンや窒化シリコンのマイクロカンチレバーが広く利用されている。A F M で使用されるマイクロカンチレバーは共振周波数が高く、量産性が良く形状のばらつきが少ないため、バネ定数や共振周波数などの機械的特性が均一であるといった特徴を有している。A F M で使用されるマイクロカンチレバーのチップ先端に微小開口を形成することによって、図 17 に示すように、チップ 505、レバー 506、基部 507、微小開口 508 および遮光膜 509 からなる S/NOM 用プローブが知られている（S. Munster et. al. , Novel micromachined cantilever sensors for scanning near-field optical microscopy, JourN Al of Microscopy, vol.186, pp17-22, 1997）。ここでチップ 505 およびレバー 506 は、窒化珪素やシリコンで形成されている。この S N O M 用プローブに図 17 中 L i g h t で示されるように光を入射することによって、微小開口 508 から近視野光を照射することができる。

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、図 16 に示す光ファイバプローブは、一本ずつ手作りで作製されるため、量産性が悪い。また、光ファイバー 501 を光伝搬体として用いているため、波長による伝搬特性の差が大きく、分光分析に用いることが困難である。

#### 【0006】

また、図 17 に示す S N O M 用プローブは、シリコンプロセスによって、大量生産が容易であるが、チップ部分の窪みに空気中の埃をはじめとする異物が侵入



しやすいため、微小開口から照射される近視野光の強度が安定しない問題があった。また、チップの位置が、カンチレバーの先端に形成されている場合、微小開口に光を導入する際に、入射光のスポットがカンチレバーからはみ出してしまい、また、試料からの光信号を微小開口によって検出する際には、チップ先端部分以外の光信号を検出してしまう。したがって、SNOMの光像のS/N比が悪くなるという問題があった。また、シリコンの異方性エッチングによって形成したモールドを用いてチップを形成するため、チップ先端の先端角が約70°と固定されてしまうため、微小開口から照射される近視野光の強度を大きくできないといった問題がある。また、レバー506やチップ505の構造材料は、入射光や微小開口で検出した光の波長に対する反射率が小さく、図17に示すSNOM用プローブは、それらの構造材料が光路中にある。したがって、入射光や検出光の強度が構造材料上で反射することによって減衰し、微小開口508から照射される近視野光および微小開口508で検出した光の強度が小さくなってしまう。

#### 【0007】

そこで、この発明は、上記に鑑みてなされたものであって、微小開口から光を照射および／または検出するSNOM用光カンチレバーであって、量産性、均一性に優れており、チップ部分に異物が侵入せずに安定した近視野光の強度が得られ、漏れ光を遮断して光像のS/N比を向上させ、大きな近視野光強度を得ることができる前記近視野光プローブとその製造方法を提供することを目的とする。

#### 【0008】

##### 【課題を解決するための手段】

そこで、本発明では、近視野光を発生および／あるいは検出することで、試料の微小領域における光学情報を観察、計測する近視野光プローブにおいて、片持ち梁状のカンチレバーと、前記カンチレバーを支持する基部と、前記カンチレバーに形成され、前記基部とは反対側の面に形成された錘状のチップと、前記チップの先端に形成された微小開口と、前記カンチレバーの前記基部とは反対側の面と、前記チップの前記微小開口以外の部分に形成された遮光膜からなり、前記チップと前記カンチレバーが、前記微小開口において発生および／あるいは検出する光の波長に対して透過率の高い透明材料を用いて形成され、前記チップが前記

透明材料で充填されている構成とした。したがって、本発明の近視野光プローブは、前記微小開口に光を導入することによって試料に対して近視野光を照射すること、または／および、前記微小開口によって試料の微小領域における光学情報を検出することが可能である。また、前記チップが前記透明材料で充填されているため、前記チップに異物が侵入することがないため、安定した強度をもつ近視野光の照射または／及び検出を行うことができる。さらに、前記透明体の屈折率は、空気の屈折率よりも大きいため、前記微小開口を透過する近視野光の光量を多くすることができる。

## 【0009】

また、前記チップと前記カンチレバーが、同一の前記透明材料で形成されている構成とした。したがって、前記チップと前記カンチレバーの界面における反射がないため、効率よく微小開口への光入射や微小開口からの光情報の検出を行うことができる。また、製造工程において一度に前記透明材料を形成することができるため、製造方法が容易になる。さらに、前記透明材料が、二酸化ケイ素である構成とした。二酸化ケイ素は、可視光領域において透過率が高い材料の一つであるため、効率よく近視野光を発生したり検出することができる。また、二酸化ケイ素は、シリコンプロセスにおいて一般的に使用される材料であるため、形状制御性が良く、かつ、量産性が良い。

## 【0010】

また、前記チップと前記カンチレバーが、光学的特性が異なる前記透明材料で形成されている構成とした。したがって、たとえば前記カンチレバーを二酸化ケイ素で形成し、前記チップをダイヤモンドで形成すると、二酸化ケイ素の加工性の良さにより、前記カンチレバーの共振周波数などの機械的特性を精度よく制御でき、かつ、ダイヤモンドの耐摩耗性の良さによって前記チップの耐摩耗性を向上させることができる。さらに、前記透明材料において、ダイヤモンドは透過率が高く、屈折率が非常に大きな材料の一つであり、前記微小開口を透過する近視野光の光量を多くすることができる。

## 【0011】

また、前記チップが、円錐形状である構成とした。したがって、前記微小開口

の外形が円となり、入射光の偏光特性を制御することにより、任意の偏光特性をもつ近視野光を前記微小開口から照射することができる。

また、前記チップが、錘体の側面の角度が異なる複数の錘体からなる構成とした。したがって、前記チップの先端角を小さくし、チップの途中までのテーパ角を大きくすることによって、凹凸像と光像の高分解能化と近視野光の高発生効率を同時に満たす前記近視野光プローブを提供することができる。同様に、前記微小開口によって試料の微小領域における光学情報を検出するコレクションモードにおいても、検出効率を向上させることが可能である。

#### 【0012】

前記カンチレバーに、前記微小開口に入射光を集光するためのまたは／および前記微小開口で検出した光をコリメートするためのレンズを備えている構成とし、前記レンズが、前記カンチレバーの前記基部側に形成されたフレネルレンズや前記カンチレバー内の屈折率分布を制御して形成される屈折率分布型レンズである構成とした。したがって、前記微小開口に入射する光量を大きくする事ができるため、前記微小開口から照射される近視野光の強度を大きくすることができる。また、前記微小開口によって検出された光をコリメートし、集光レンズによって検出器に導くことによって、試料の光学情報を効率よく検出することができる。

#### 【0013】

また、前記チップの先端が前記遮光膜の端面と略同一平面内に位置する構成とした。したがって、前記微小開口と試料の距離を非常に短くすることができるため、前記微小開口から照射または／および前記微小開口によって検出される近視野光を効率よく伝搬光に変換することができ、光学像のS/N比を向上させることができる。また、光学像の分解能が向上する。

#### 【0014】

また、前記チップの先端が、前記遮光膜の端面よりも突出しており、その突出量が、前記微小開口への入射光、または／及び、前記微小開口で検出した光の波長の半分以下である構成とした。したがって、前記チップの先端半径が小さいため、走査型プローブ顕微鏡の凹凸像や光像の解像度を向上させることができる。

さらに、前記チップの先端と前記微小開口の中心位置が一致するため、凹凸像と光像の位置ずれ非常に小さい。

#### 【0015】

また、前記チップの高さをH、前記カンチレバーの傾斜角度を $\theta 1$ 、前記チップに入射する入射光の前記カンチレバー上でのスポット径または／および前記微小開口によって検出し、検出器に入射する光の前記カンチレバー上でのスポット径をR1、前記チップの中心から前記カンチレバーの自由端までの距離をL1としたとき、

$$R1 < L1 < H / \tan \theta 1$$

を満たすL1を有する構成とした。また、前記カンチレバーの先端が、前記チップ側から前記基部側に広がるような傾斜部を有している構成とした。また、前記カンチレバーの側面が、前記チップ側から前記基部側に広がるような傾斜部を有している構成とした。さらに、前記カンチレバーの先端に、前記基部側に突出するように形成された薄板状の連結部が形成され、前記連結部から前記カンチレバーと略平行に伸びる薄板状のひさし部が形成されている構成とした。

#### 【0016】

したがって、前記チップの先端が試料に近接し、かつ、入射光、または／および、前記微小開口で検出した光以外を完全に遮光することができるため、凹凸像と光像を安定して取得することができる。

また、前記近視野光プローブは、シリコンプロセスを用いて作製できるため、量産性が高く、形状再現性もよい。また、前記近視野光プローブの製造工程が、前記カンチレバーの外形形成する工程が、前記テーパ形状を形成するための等方性エッチングを含む工程とした。また、前記近視野光プローブの製造工程が、前記連結部および前記ひさし部の形成工程が、基板に段差を形成する工程と、前記基板に前記透明材料を堆積する工程を含む工程とした。したがって、前記近視野光プローブを容易に製造できる。

#### 【0017】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の近視野光デバイスとその製造方法について、添付の図面を参照

して詳細に説明する。

(実施の形態 1)

図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係る近視野光プローブ 1 0 0 0 の概略図である。近視野光プローブ 1 0 0 0 は、チップ 1、レバー 2、基部 3、遮光膜 4、および微小開口 5 からなる。錘状のチップ 1 および薄板の片持ち梁であるレバー 2 は、一体に形成されており、チップ 1 は、基部 3 から真っ直ぐに突き出たレバー 2 上に基部 3 とは反対側の面に形成される。遮光膜 4 は、レバー 2 の基部 3 とは反対の面とチップ 1 の表面に形成される。レバー 2 の基部 3 とは反対の面すべてに遮光膜 4 を形成する必要は無いが、その方が好ましい。

【 0 0 1 8 】

微小開口 5 は、チップ 1 の遮光膜 4 が無い部分である。チップ 1 の頂点は、遮光膜 4 の端面よりも突出している。また、チップ 1 の先端は、遮光膜 4 の端面と同一平面内に位置していても良い。近視野光プローブ 1 0 0 0 に外部から入射光 9 9 9 を導入することによって、近視野光プローブ 1 0 0 0 は、微小開口 5 から近視野光を照射することができる。また、微小開口 5 によって、試料の光情報を検出することも可能である。さらに、微小開口 5 からの近視野光照射と微小開口での試料の光情報の検出を同時に行うことも可能である。

【 0 0 1 9 】

チップ 1 およびレバー 2 は、走査型近視野顕微鏡で用いられる入射光 9 9 9 の波長に対して透明な材料で形成される。入射光 9 9 9 の波長が可視領域の場合、二酸化珪素やダイヤモンドなどの誘電体や、ポリイミドをはじめとするポリマーがある。また、入射光 9 9 9 の波長が紫外領域では、チップ 1 およびレバー 2 の材料として、二フッ化マグネシウムや二酸化珪素などの誘電体がある。また、入射光 9 9 9 の波長が赤外領域の場合、チップ 1 およびレバー 2 の材料として、ジnkセレンやシリコンなどがある。基部 3 の材料は、シリコンや二酸化珪素などの誘電体や、アルミニウムやチタンなどの金属である。遮光膜 4 の材料は、アルミニウムや金などの入射光 9 9 9、または／および、微小開口 5 によって検出した光の波長に対する遮光率の高い材料で形成される。

【 0 0 2 0 】

チップ1の高さは、数 $\mu\text{m}$ ～10数 $\mu\text{m}$ である。レバー2の長さは、数10 $\mu\text{m}$ から数1000 $\mu\text{m}$ である。また、レバー2の厚みは、数 $\mu\text{m}$ 程度である。遮光膜4の厚さは、遮光率によって異なるが、数10nmから数100nmである。図1中下面からみた微小開口5の大きさおよび形状は、直径が入射光999、または／および、微小開口5によって検出した光の波長以下の円、または、その円に内接する多角形である。

【0021】

図2は、近視野光プローブ1000のチップ1の近傍が試料6に近接した状態を示した側面図である。なお、簡単のため遮光膜4は省略している。近視野光プローブ1000は、角度 $\theta_1$ だけ傾いた状態で、試料6に近接している。ここで、チップ1の高さをH、チップ1の先端からレバー2の先端までの距離をL1とすると、

$$L1 = H / \tan \theta_1 \quad (1)$$

の時に、チップ1とレバー2の先端が同時に試料6に接触するため、走査型プローブ顕微鏡用のプローブとして使用することができない。従って、近視野光プローブ1000は、

$$L1 < H / \tan \theta_1 \quad (2)$$

を満たさなければならない。入射光999を近視野光プローブ1000に入射する際に、光信号のS/N比を向上させるためには、入射光999のレバー2上でのスポットの半径をR1とすると、

$$R1 < L1 \quad (3)$$

を満たす遮光領域を設けなければならない。従って、L1は、

$$R1 < L1 < H / \tan \theta_1 \quad (4)$$

を満たさなければならない。

【0022】

図3は、本発明の実施の形態1に関わる近視野光プローブ1000を搭載した走査型プローブ顕微鏡20000を示す構成図である。ここでは簡単のため、近視野光プローブ1000をコンタクトモードで制御する場合について説明する。この走査型プローブ顕微鏡20000は、図1に示した近視野光プローブ100

0と、光情報測定用の光源601と、光源601の前面に配置したレンズ602と、レンズ602で集光した光を近視野光プローブ1000まで伝搬する光ファイバ603と、試料610の下方に配置されチップ10の先端で発生した伝搬光を反射するプリズム611と、プリズム611で反射した伝搬光を集光するレンズ614と、集光した伝搬光を受光する光検出部609と、を備えている。

【0023】

また、近視野光プローブ1000の上方には、レーザ光を出力するレーザ発振器604と、近視野光プローブ1000のレバー2と遮光膜4の界面で反射したレーザ光を反射するミラー605と、反射したレーザ光を受光して光電変換する上下2分割した光電変換部606と、を備えている。さらに、試料610およびプリズム611をXYZ方向に移動制御する粗動機構613および微動機構612と、これら粗動機構613および微動機構612を駆動するサーボ機構607と、装置全体の制御をするコンピュータ608とを備えている。

【0024】

つぎに、この走査型プローブ顕微鏡20000の動作について説明する。レーザ発振器604から放出したレーザ光は、近視野光プローブ1000のレバー2と遮光膜4の界面で反射する。近視野光プローブ1000のレバー2は微小開口5と試料610の表面が接近すると、試料610との間の引力または斥力によってたわむ。このため、反射したレーザ光の光路が変化するため、これを光電変換部606で検出する。

【0025】

光電変換部606により検出した信号は、サーボ機構607に送られる。サーボ機構607は、光電変換部606で検出した信号に基づいて、試料610に対する近視野光プローブ1000のアプローチや、表面の観察の際に、近視野光プローブ1000のたわみが一定となるように、粗動機構613および微動機構612を制御する。コンピュータ608は、サーボ機構607の制御信号から表面形状の情報を受け取る。

【0026】

また、光源601から放出された光は、レンズ602により集光され、光ファ

イバ603に至る。光ファイバ603内を伝搬した光は、近視野光プローブ1000のチップ1にレバー2を通して導入され、微小開口5から試料610に照射される。一方、プリズム611により反射した試料610の光学的情報は、レンズ614により集光され、光検出部609に導入される。光検出部609の信号は、コンピュータ608のアナログ入力インタフェースを介して取得され、コンピュータ608により光学的情報として検出される。なお、チップ1への光入射方法は、光ファイバ603を用いずに、光源601から放出された光をレンズによって直接チップ1上へ集光して入射光を導入する方法でも良い。

#### 【0027】

また、図2では、近視野光プローブ1000に光を入射し、微小開口5から試料に近視野光を照射するイルミネーションモードについて説明したが、試料6の表面に発生した近視野光を微小開口5によって検出するコレクションモードにおいても、近視野光プローブ1000を用いることができる。また、イルミネーションモードとコレクションモードを同時に行う観察方法においても、近視野光プローブ1000を用いることができるのは、言うまでもない。

#### 【0028】

さらに、図2では、試料6を透過した光を検出する透過モードについて説明したが、試料6で反射した光を検出する反射モードにおいても近視野光プローブ1000を用いることができる。また、近視野光プローブ1000をバイモルフなどで加振することによって、レバー2を振動させ、チップ1と試料6との間に働く斥力や引力によって生じる、レバー2の振幅の変化や、レバー2の振動の周波数変化を一定に保つようにチップ1と試料6との距離を制御するダイナミックフォースモードでも近視野光プローブ1000を用いる事ができるのは言うまでもない。

#### 【0029】

以上説明したように、本発明の実施の形態1による近視野光プローブ1000によれば、微小開口5の上部が透明体で充填された構造であるため、微小開口5に異物が侵入することがない。したがって、近視野光プローブ1000から発生する近視野光の強度が安定する。また、走査型近視野顕微鏡で用いられる光源の



波長に対して透明な材料によって充填されたチップ1によって、チップ1の耐衝撃性や、耐摩耗性が向上する。また、チップ1を構成する材料の屈折率は、空気よりも大きいため、チップ1内を伝搬する光の波長が空気中よりも短くなる。したがって、空気中を伝搬して微小開口5を透過する場合よりも、微小開口5を透過する光量が多くなるため、微小開口5から照射される近視野光の強度を大きくすることができる。また、チップ1の先端が遮光膜4の端面よりも突出した構造である場合、チップ1の先端半径が小さいため、走査型プローブ顕微鏡の凹凸像や光像の解像度を向上させることができる。さらに、チップ1の先端と微小開口5の中心位置が一致するため、凹凸像と光像の位置ずれ非常に小さい。

#### 【0030】

また、L1が、(4)式を満たすことによって、チップ1の先端が試料に近接し、かつ、入射光999を完全に遮光することができるため、凹凸像と光像を安定して取得することができる。

また、走査型近視野顕微鏡1000に光を入射するためのレンズのNAを大きくしても、レバー2が透明体であるため、チップ1に入射する光のケラレがないため、効率良く微小開口5まで入射光を導くことができ、微小開口5から照射される近視野光の発生効率を大きくすることができる。また、レンズによって集光され透明体であるレバー2およびチップ1を伝搬して微小開口5から近視野光を発生させる近視野光プローブ1000は、入射光の波長に対して透過率の高い波長領域が広い。したがって、分光分析などの応用分野に走査型プローブ顕微鏡20000を使用することができる。

#### 【0031】

また、強度の大きな近視野光を発生させることができるため、フォトリソグラフィ、光造形、光CVD、熱的加工などに必要なエネルギー密度を持つ近視野光を照射することができ、光加工装置として走査型プローブ顕微鏡20000を用いることができ、同時に、凹凸像の分解能の高い近視野光プローブ1000を用いて加工形状の観察を行うことができる。分光分析や加工装置としての走査型プローブ顕微鏡20000は、近視野光プローブ1000から発生する近視野光の強度が大きいため、分析や加工にかかる時間を短くすることができる。また、

近視野光プローブ1000をマルチカンチレバーにすることによって、大面積を短時間で分析、加工することができる。

【0032】

図4から図5は、本発明の実施の形態1の近視野光プローブ1000の製造方法を説明した図である。

図4(a)は、基板102上にチップ1およびレバー2となる透明体101を堆積した状態を示している。なお、以下では、図の上部をおもて面、下部を裏面と呼ぶ。裏面にマスク材103を有する基板102上に、プラズマCVDやスパッタなどによって、透明体101を堆積する。透明体101の堆積量は、チップ1の高さとレバー2の厚みの和程度、あるいは若干厚めである。

【0033】

透明体101を堆積した後、図4(b)に示すように、透明体101上に、チップ用マスク104をフォトリソグラフィーをはじめとする方法で形成する。チップ用マスク104は、フォトレジストやポリイミドなどの誘電体である。チップ用マスク104を形成した後、ウェットエッチングやドライエッチングなどの等方性エッチングによって、図4(c)に示すようにチップ1を形成する。

【0034】

チップ1を形成した後、図5(a)に示すように、透明体101上にレバー用マスク105を形成する。

レバー用マスク105を形成した後、図5(b)に示すように、リアクティブイオンエッチング(RIE)をはじめとする異方性ドライエッチングによって、レバー2を形成する。

【0035】

レバー2を形成した後、フォトリソグラフィーによって、マスク材103をパターニングする。その後、水酸化テトラメチルアンモニウム(TMAH)や水酸化カリウム(KOH)による結晶異方性エッチングや、異方性ドライエッチングなどによって、図5(c)に示すように、レバー2のリリースと基部3の形成を行う。

## 【0036】

最後に、遮光膜4をおもて面に堆積し、遮光膜4の不要な部分を集束イオンビームや観察時にチップ1を試料に押しつけることによって取り除き、図5(d)に示すように、微小開口5を形成し、近視野光プローブ1000を得ることができる。

以上説明した製造方法によれば、本発明の実施の形態1に係る近視野光プローブ1000を製造することができる。また、上記で説明した製造方法は、シリコンプロセスを用いているため、近視野光プローブ1000を大量に、再現性良く製造することができる。従って、近視野光プローブ1000を安価に提供することができる。また、レバー2を小型化することが容易であるため、近視野光プローブ1000のレバー2の共振周波数を高くし、同時に、バネ定数を小さくすることができる。従って、走査型プローブ顕微鏡20000において、チップ1の先端と試料610との距離制御を安定して行うことができ、かつ、チップ1の先端及び試料610の損傷を抑えることができ、さらに、走査型プローブ顕微鏡20000の走査速度を大きくすることができる。

## 【0037】

また、透明体101とチップ用マスク104の密着性を制御することによって、任意のチップ1の先端角を得ることができる。従って、チップ先端の先端角を大きくすることによって、微小開口5から照射される近視野光の強度を大きくすることができる。また、チップ1の形成工程を複数回行うことによって、複数のテーパ角を持つチップ1を得ることができる。従って、チップ1の先端角を小さくし、チップ1の途中までのテーパ角を大きくすることによって、凹凸像と光像の高分解能化と近視野光の高発生効率を同時に満たす近視野光プローブ1000を提供することができる。同様に、微小開口5によって試料の微小領域における光学情報を検出するコレクションモードにおいても、検出効率を向上させることが可能である。

## 【0038】

また、図4(b)の上面からみたチップ用マスク104の外形を円や多角形にすることによって、チップ1の形状を円錐または任意の多角錐にすることができる。

る。チップ 1 が円錐の場合、微小開口 5 の形状は円となり、近視野光プローブ 1 0 0 0 に入射する光の偏光特性を制御することにより、任意の偏光特性をもつ近視野光を微小開口 5 から照射することができる。また、チップ 1 の形状が多角錐の場合、微小開口 5 の形状は、多角形となり、特定方向の偏光方向に大きな強度をもつ光を試料に照射することができる。

#### 【 0 0 3 9 】

また、基板 1 0 2 にフレネルレンズのパターンを形成し、フレネルレンズのパターン上にチップ 1 を形成することや、透明体 1 0 1 の堆積時にチップ 1 の形成される部分の透明体 1 0 1 に、屈折率分布を有する部分を形成することや、基板 1 0 2 のチップ 1 を形成する部分に、レンズ状の凹部を形成し、透明体 1 0 1 を堆積することなどによってチップ 1 上にレンズを有する近視野光プローブ 1 0 0 0 を得ることができる。従って、微小開口 5 から発生する近視野光の強度を大きくすることができる。

#### 【 0 0 4 0 】

また、近視野光プローブ 1 0 0 0 の製造方法によれば、基部 3 に複数のレバー 2、チップ 1、微小開口 5 を有するマルチカンチレバーを形成することが容易である。マルチカンチレバーによれば、複数のチップ 1 や微小開口 5 を同時に走査することが可能であるため、大面積を高速に観察することができる。また、近視野光プローブ 1 0 0 0 の製造方法によれば、同様な製造方法によって作製される圧電素子や静電容量型のセンサーをレバー 2 に集積する事が容易であるため、光てこを用いなくても、レバー 2 のたわみを検出することができる。また、レバー 2 を水晶をはじめとする圧電体で構成し、電極を形成することによってもレバー 2 のたわみを検出することができる。さらに、レバー 2 が水晶で構成された場合、レバー 2 のたわみ検出、および／または、レバー 2 の加振を行うこともできる。

#### （実施の形態 2）

図 6 は、本発明の実施の形態 2 に係る近視野光プローブ 2 0 0 0 の概略図である。近視野光プローブ 2 0 0 0 は、本発明の実施の形態 1 の近視野光プローブ 1 0 0 0 の構成要素と、レバー 2 の先端に設けられ、チップ 1 側から基部 3 側に広がり、レバー 2 と同一の材料からなる傾斜部 7 からなる。図 7 は、図 6 中 A - A

’で示される部分の断面図である。図7に示すように、傾斜部7は、レバー2の外周にも設けられている。

#### 【0041】

図8は、近視野光プローブ2000のチップ1の近傍が試料6に近接した状態を示した図である。なお、簡単のため遮光膜4は省略している。近視野光プローブ2000は、角度 $\theta 1$ だけ傾いた状態で、試料6に近接している。図8中において、 $L 1$ は、(1)式で定義される長さであり、レバーの厚みを $T$ 、傾斜部7のテーパ角を $\theta 2$ とすると、レバー2の長手方向における傾斜部7の長さは、

$$L 2 = T / \tan (90^{\circ} - \theta 2) \quad (5)$$

となる。したがって、本発明の近視野光プローブ2000は、近視野光プローブ1000よりも $L 2$ の長さだけ遮光領域を長くすることが可能になる。

#### 【0042】

傾斜部7以外の近視野光プローブ2000を構成する部分の材料および寸法は、本発明の近視野光プローブ1000とほぼ同じである。

近視野光プローブ2000は、走査型プローブ顕微鏡20000の近視野光プローブ1000の代わりに用いることができる。

以上説明したように、本発明の近視野光プローブ2000によれば、本発明の実施の形態1よりも、遮光領域を広げることが可能であり、カンチレバー表面での反射による漏れ光による影響が少なくなるため、 $S/N$ 比の良い光学像を得ることができる。また、近視野光プローブ2000の遮光領域を広げることによって、走査型プローブ顕微鏡20000において、光ファイバー603とレバー2の間隔を広げても漏れ光の影響を受けずに、光学像を得ることができる。

#### 【0043】

さらに、走査型プローブ顕微鏡20000の近視野光プローブ2000への光入射手段がレンズのみによる集光である場合、レンズの $NA$ が小さくても、漏れ光の影響を受けずに $S/N$ 比の良い光学像を得ることが可能である。また、一般に、レンズの $NA$ が小さいほど、レンズの焦点距離が長くなり、かつ、レンズの焦点深度が大きくなるため、近視野光プローブ2000とレンズの間隔を大きく取ることができるため、近視野光プローブ2000の位置あわせが容易になり、

走査型プローブ顕微鏡 20000 の操作を簡易化できる。

【0044】

近視野光プローブ 2000 の製造方法は、近視野光プローブ 1000 の製造方法とほぼ同様である。近視野光プローブ 2000 の製造方法において、図 5 (b) で説明した工程において、ウェットエッチングやドライエッチングによる等方性エッチングを用いることによって、傾斜部 7 を得ることができる。

したがって、近視野光プローブ 2000 の製造方法によれば、近視野光プローブ 1000 と同様の効果が得られる。また、近視野光プローブ 2000 の製造方法によれば、傾斜部 7 に遮光膜 4 を形成することは、近視野光プローブ 1000 のレバー 2 側面に遮光膜 4 を形成するよりも容易であるため、近視野光プローブ 2000 のレバー 2 側面に対する遮光が容易になる。

(実施の形態 3)

図 9 は、本発明の実施の形態 3 に係る近視野光プローブ 3000 の概略図であり、走査型プローブ顕微鏡 20000 に搭載して使用することができる。近視野光プローブ 3000 は、本発明の実施の形態 1 の近視野光プローブ 1000 の構成要素と、レバー 2 の先端に設けられ、チップ 1 と反対側にのびる連結部 8、および、連結部 8 からレバー 2 とほぼ並行に伸びるように形成された、ひさし部 9 からなる。

【0045】

連結部 8、および、ひさし部 9 は、レバー 2 と一体に形成されており、同一材料をもちいて形成されている。また、連結部 8、および、ひさし部 9 は、レバー 2 と別の材料を用いても良く、この場合、連結部 8、および、ひさし部 9 の材料は、走査型プローブ顕微鏡 20000 における光源 601 から照射される光の波長に対して、不透明な材料でもよい。

【0046】

図 10 は、近視野光プローブ 3000 のチップ 1 の先端が試料 6 に近接した状態を示した図である。なお、簡単のため遮光膜 4 は省略している。近視野光プローブ 2000 は、角度  $\theta 1$  だけ傾いた状態で、試料 6 に近接している。図 8 中において、 $L 1$  は、(1) 式で定義される長さであり、連結部 8 の高さを  $D$  とする

と、ひさし部 9 の先端が試料 6 に接触するときの長さは、 $L1 + L3$  となり、

$$L3 = D / \tan(q1) \quad (6)$$

となる。したがって、本発明の近視野光プローブ 3000 は、近視野光プローブ 1000 よりも  $L3$  の長さまで遮光領域を長くすることが可能になる。また、ひさし部 9 の先端に、本発明の実施の形態 2 で説明した傾斜部 7 を付加することによって、さらに遮光領域を広げることができることは、言うまでもない。レバー 2 とひさし部 9 との間隔  $D$  は、 $1 \sim 1000 \mu m$  である。連結部 8、および、ひさし部 9 以外の構成要素の各寸法は、近視野光プローブ 1000 と同様である。

【0047】

図 11 および図 12 は、近視野光プローブ 3000 のチップ 1 部分の斜視図である。近視野光プローブ 3000 のひさし部 9 は、図 11 に示すようにレバー 2 の先端方向にのみ有っても良いし、図 12 に示すようにチップ 1 の周囲を覆うようにしても良い。図 12 に示す形状によれば、図 11 の形状に比べ、レバー 2 の側面方向に対する漏れ光を効率よく遮蔽することができる。

【0048】

以上述べたように、本発明の実施の形態 3 によれば、近視野光プローブ 3000 は、本発明の実施の形態 2 よりも、遮光領域を広げることができ、 $S/N$  比の高い光学像を得ることができる。また、傾斜部 7 を近視野光プローブ 3000 に適用することによって、さらに遮光領域を広げることができる。

図 13 から図 15 は、近視野光プローブ 3000 の製造方法を説明した図である。なお、以下では、図面の上をおもて面、図面の下を裏面と呼ぶ。

【0049】

まず、図 13 (a) に示すように、基板 302 上に形成されたマスク 301 を形成し、TMAH や KOH による結晶異方性エッチングや、フッ酸と硝酸の混合液をはじめとするエッチャントによる等方性エッチングや、 $SF_6$  をはじめとする反応性ガスを用いた等方性ドライエッチングなどによって、基板 302 に窪み 304 を形成する。基板 302 の裏面には、マスク材 303 を形成しておく。マスク 301 は、二酸化珪素や窒化珪素やフォトレジストなどの誘電体やアルミニウムやクロムなどの金属を用いる。また、基板 302 は、シリコンやガラスなど

の誘電体や、アルミニウムや鉄などの金属を用いる。マスク材 303 は、二酸化珪素や窒化珪素などの誘電体を用いる。窪み 304 の深さは、連結部 8 の高さ D とほぼ同じである。

#### 【0050】

次に、マスク 301 を剥離し、プラズマ CVD やスパッタによって、図 13 (b) に示すように、基板 302 上に透明体 305 を形成する。透明体 305 の厚さは、近視野光プローブ 3000 のチップ 1 の高さレバー 2 の厚さの和である。

次に、透明体 305 上にチップ用マスク 306 をフォトリソグラフィーを用いて、図 13 (c) に示すように形成する。チップ用マスク 306 は、フォトレジストや窒化珪素などの誘電体を用いる。

#### 【0051】

次に、本発明の実施の形態 1 の図 4 (c) から、図 5 (b) で説明した方法と同様の方法で、図 14 (a) から図 14 (c) に示すように、チップ 1 およびレバー 2 を形成する。レバー 2 の形成と同時に、連結部 8、および、ひさし部 9 が形成される。

次に、レバー 2、連結部 8、および、ひさし部 9 をリリースするために、図 15 (a) に示すように、おもて面に、リリース用マスク 307 を形成する。リリース用マスク 307 は、窒化珪素や二酸化ケイ素であり、プラズマ CVD やスパッタによって堆積し、フォトリソグラフィーによってパターニングする。また、裏面のマスク材 303 をフォトリソグラフィーによってパターニングする。

#### 【0052】

次に、TMAH や KOH による結晶異方性エッチングによって、図 15 (b) に示すように、レバー 2、連結部 8、および、ひさし部 9 をリリースし、同時に基部 3 を形成する。

最後に、リリース用マスク 307 を除去し、遮光膜 4 をおもて面に形成し、微小開口 5 をチップ 1 の先端に形成し、ウエハから取り出すことによって、図 15 (c) に示すように、近視野光プローブ 3000 が得られる。また、この工程において、リリース用マスク 307 を除去しなくても、同様な効果を得られる近視



野光プローブ 3000 を得ることができる。

【0053】

また、図 14 (b) から図 14 (c) で説明した、レバー 2、連結部 8、および、ひさし部 9 を形成する工程において、フッ酸をはじめとするウェットエッチングやドライエッチングによる等方性エッチングを用いることによって、ひさし部 9 の先端に傾斜部 7 を有する近視野光プローブ 3000 を得ることができる。

以上説明した製造方法によれば、近視野光プローブ 3000 を得ることができ、かつ、シリコンプロセスを用いて製造するため、大量に、性能が均一な走査型プローブ 3000 を得ることができる。したがって、安価な近視野光プローブ 3000 を提供することができる。

【0054】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の実施の形態 1 によれば、微小開口の上部が透明体で充填された構造であるため、微小開口に異物が侵入することがない。したがって、近視野光プローブから発生する近視野光の強度が安定する。また、入射光または／および検出光の波長に対して透明な材料によって充填されたチップによって、チップの耐衝撃性や、耐摩耗性が向上する。また、チップを構成する材料の屈折率は、空気よりも大きいため、チップ内を伝搬する光の波長が空気中よりも短くなる。したがって、空気中を伝搬して微小開口を透過する場合よりも、微小開口を透過する光量が多くなるため、微小開口から照射される近視野光の強度を大きくすることができる。また、チップをダイヤモンドによって形成することによって、チップの耐摩耗性が向上し、さらに、屈折率が高いため微小開口から照射される近視野光の強度を大きくすることができる。また、チップの先端が遮光膜の端面よりも突出した構造である場合、チップの先端半径が小さいため、走査型プローブ顕微鏡の凹凸像や光像の解像度を向上させることができる。また、チップの先端が遮光膜の端面よりも突出した構造の場合、チップの先端と微小開口の中心位置が一致するため、凹凸像と光像の位置ずれ非常に小さい。

【0055】

また、近視野光プローブが (4) 式をみたす L1 を持つ場合、チップの先端が

常に試料と接触し、かつ、入射光または／および検出光以外の漏れ光を完全に遮光することができるため、凹凸像と光像を安定して取得することができる。

また、近視野光プローブに光を入射または／および近視野光プローブから光を検出するためのレンズのNAを大きくしても、レバーが透明体であるため、チップに入射または／およびチップから検出する光のケラレがないため、効率良く微小開口まで入射光を導くこと、または／および微小開口から検出光を検出することができ、微小開口から照射される近視野光の発生効率および／または微小開口における検出効率を大きくすることができる。また、透明体であるレバーおよびチップを伝搬して微小開口から近視野光を発生させる、または／および、微小開口において試料の光学情報を検出する近視野光プローブは、入射光の波長に対して透過率の高い波長領域が広い。したがって、分光分析などの応用分野に走査型プローブ顕微鏡を使用することができる。

#### 【0056】

また、強度の大きな近視野光を発生させることができるため、フォトリソグラフィ、光造形、光CVD、熱的加工などに必要なエネルギー密度を持つ近視野光を照射することができ、光加工装置として走査型プローブ顕微鏡を用いることができ、同時に、凹凸像の分解能の高い近視野光プローブを用いて加工形状の観察を行うことができる。分光分析や加工装置としての走査型プローブ顕微鏡は、近視野光プローブから発生する近視野光の強度、または／および、微小開口における光情報の検出効率が大きいため、分析や加工にかかる時間を短くすることができる。また、近視野光プローブをマルチカンチレバーにすることによって、大面積を短時間で分析、加工することができる。

#### 【0057】

また、本発明の実施の形態1に係る近視野光プローブの製造方法によれば、近視野光プローブを製造することができる。また、上記で説明した製造方法は、シリコンプロセスを用いているため、近視野光プローブを大量に、再現性良く製造することができる。従って、近視野光プローブを安価に提供することができる。また、レバーを小型化することが容易であるため、近視野光プローブのレバーの共振周波数を高くし、同時に、バネ定数を小さくすることができる。従って、走

査型プローブ顕微鏡において、チップの先端と試料との距離制御を安定して行うことができ、かつ、チップの先端及び試料の損傷を抑えることができ、さらに、走査型プローブ顕微鏡の走査速度を大きくすることができる。

## 【0058】

また、透明体とチップ用マスクの密着性を制御することによって、任意のチップの先端角を得ることができる。従って、チップ先端の先端角を大きくすることによって、微小開口から照射または／および検出される近視野光の強度を大きくすることができる。また、チップの形成工程を複数回行うことによって、複数のテーパ角を持つチップを得ることができる。従って、チップの先端角を小さくし、チップの途中までのテーパ角を大きくすることによって、凹凸像と光像の高分解能化と近視野光の高発生効率を同時に満たす近視野光プローブを提供することができる。

## 【0059】

また、図4（b）の上面からみたチップ用マスクの外形を円や多角形にすることによって、チップの形状を円錐または任意の多角錐にすることができる。チップが円錐の場合、微小開口の形状は円となり、近視野光プローブに入射する光の偏光特性を制御することにより、任意の偏光特性をもつ近視野光を微小開口から照射することができる。また、チップの形状が多角錐の場合、微小開口の形状は、多角形となり、特定方向の偏光方向に大きな強度をもつ光を試料に照射することができる。また、基板にフレネルレンズのパターンを形成し、フレネルレンズのパターン上にチップ1を形成することや、透明体の堆積時にチップの形成される部分の透明体に、屈折率分布を有する部分を形成することや、基板のチップを形成する部分に、レンズ状の凹部を形成し、透明体を堆積することなどによってチップ上にレンズを有する近視野光プローブを得ることができる。従って、微小開口から発生する近視野光の強度を大きくすることができる。

## 【0060】

また、近視野光プローブの製造方法によれば、基部に複数のレバー、チップ、微小開口を有するマルチカンチレバーを形成することが容易である。マルチカンチレバーによれば、複数のチップや微小開口を同時に走査することが可能である。

め、大面積を高速に観察することができる。また、近視野光プローブの製造方法によれば、同様な製造方法によって作製される圧電素子や静電容量型のセンサーをレバーに集積する事が容易であるため、光てこを用いなくても、レバーのたわみを検出することができる。また、レバーを水晶をはじめとする圧電体で構成し、電極を形成することによってもレバーのたわみを検出することができる。さらに、レバーが水晶で構成された場合、レバーのたわみ検出、および／または、レバーの加振を行うこともできる。

#### 【0061】

また、本発明の実施の形態2によれば、本発明の実施の形態1よりも、遮光領域を広げることが可能であり、カンチレバー表面での反射による漏れ光による影響が少なくなるため、S/N比の良い光学像を得ることができる。また、近視野光プローブの遮光領域を広げることによって、走査型プローブ顕微鏡において、光ファイバーとレバーの間隔を広げても漏れ光の影響を受けずに、光学像を得ることができる。さらに、走査型プローブ顕微鏡の近視野光プローブへの光入射または／および近視野光プローブからの検出手段がレンズのみによる集光である場合、レンズのNAが小さくても、漏れ光の影響を受けずにS/N比の良い光学像を得ることが可能である。また、一般に、レンズのNAが小さいほど、レンズの焦点距離が長くなり、かつ、レンズの焦点深度が大きくなるため、近視野光プローブとレンズの間隔を大きく取ることができるため、近視野光プローブの位置あわせが容易になり、走査型プローブ顕微鏡の操作を簡易化できる。

#### 【0062】

また、本発明の実施の形態2で説明した製造方法によれば、本発明の実施の形態2の近視野光プローブ2000を容易に製造でき、実施の形態1で説明した製造方法と同様の効果が得られる。また、実施の形態2の近視野光プローブ製造方法によれば、傾斜部に遮光膜を形成することは、実施の形態1の近視野光プローブのレバー側面に遮光膜を形成するよりも容易であるため、実施の形態2の近視野光プローブのレバー側面に対する遮光が容易になる。

#### 【0063】

また、本発明の実施の形態3によれば、近視野光プローブは、本発明の実施の

形態 2 よりも、遮光領域を広げることができ、S/N 比の高い光学像を得ることができる。また、実施の形態 2 で説明した傾斜部を実施の形態 3 の近視野光プローブに適用することによって、さらに遮光領域を広げることができる。

また、本発明の実施の形態 3 による製造方法によれば、実施の形態 3 で説明した近視野光プローブを得ることができ、かつ、シリコンプロセスを用いて製造するため、大量に、性能が均一な近視野光プローブを得ることができる。したがって、安価な近視野光プローブを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の形態 1 による近視野光プローブを示す構成図である。

【図 2】

本発明の実施の形態 1 による近視野光プローブのチップが試料と近接した状態を示す図である。

【図 3】

本発明の実施の形態 1 による近視野光プローブを用いた走査型プローブ顕微鏡を示す構成図である。

【図 4】

本発明の実施の形態 1 による近視野光プローブの製造方法を示す図である。

【図 5】

本発明の実施の形態 1 による近視野光プローブの製造方法を示す図である。

【図 6】

本発明の実施の形態 2 による近視野光プローブを示す構成図である。

【図 7】

本発明の実施の形態 2 による近視野光プローブを示す断面図である。

【図 8】

本発明の実施の形態 2 による近視野光プローブのチップが試料と近接した状態を示す図である。

【図 9】

本発明の実施の形態 3 による近視野光プローブを示す構成図である。

【図 1 0】

本発明の実施の形態 3 による近視野光プローブのチップが試料と近接した状態を示す図である。

【図 1 1】

本発明の実施の形態 3 による近視野光プローブの先端部分を示す斜視図である。

【図 1 2】

本発明の実施の形態 3 による近視野光プローブの先端部分を示す斜視図である。

【図 1 3】

本発明の実施の形態 3 による近視野光プローブの製造方法を示す図である。

【図 1 4】

本発明の実施の形態 3 による近視野光プローブの製造方法を示す図である。

【図 1 5】

本発明の実施の形態 3 による近視野光プローブの製造方法を示す図である。

【図 1 6】

従来例である光ファイバプローブを示す構成図である。

【図 1 7】

従来例である SNOM 用プローブを示す構成図である。

【符号の説明】

- 1    チップ
- 2    レバー
- 3    基部
- 4    遮光膜
- 5    微小開口
- 6    試料
- 7    傾斜部
- 8    連結部
- 9    ひさし部

1000, 2000, 3000 近視野光プローブ

20000 走査型プローブ顕微鏡

H チップの高さ

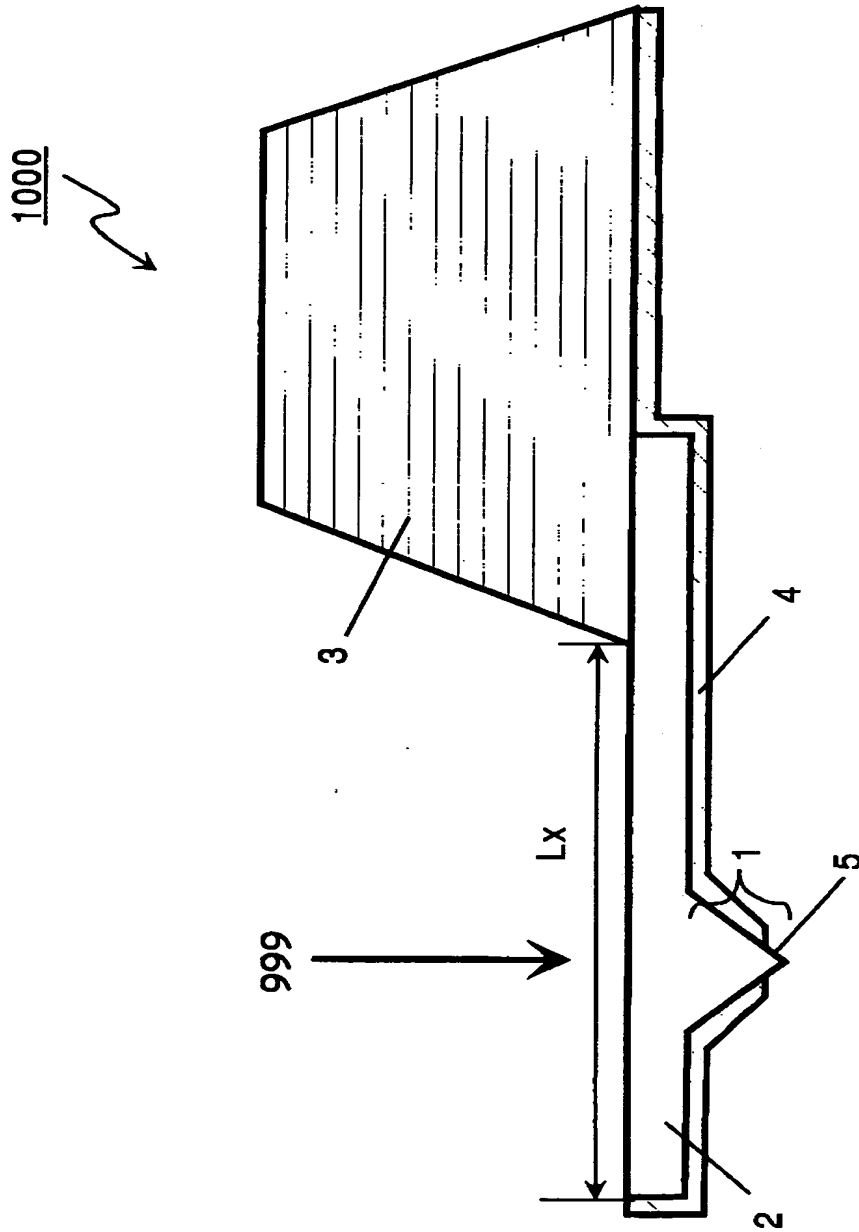
$\theta 1$  カンチレバーの傾斜角度

R1 入射光のスポット径または／および微小開口によって検出した光を検  
出器に集光するレンズのカンチレバー上でのスポット径

L1 チップの中心からカンチレバーの自由端までの距離

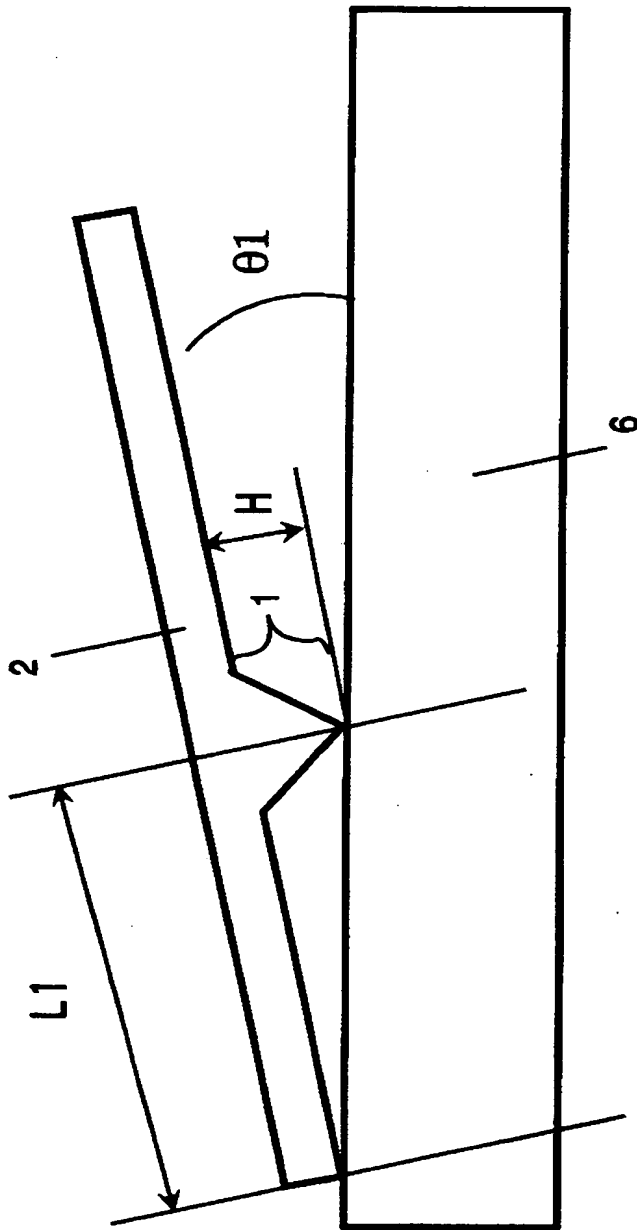
【書類名】 図面

【図 1】

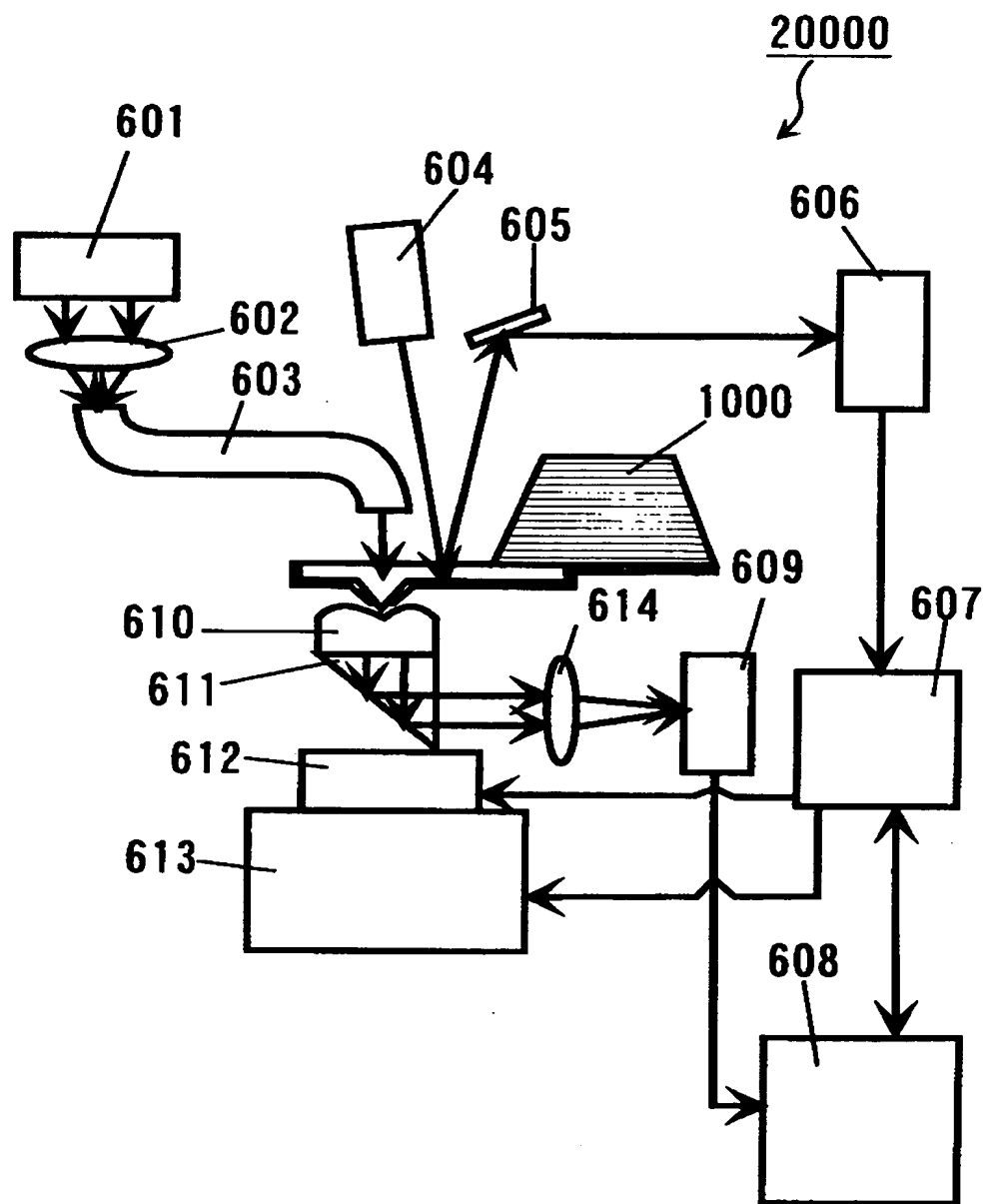




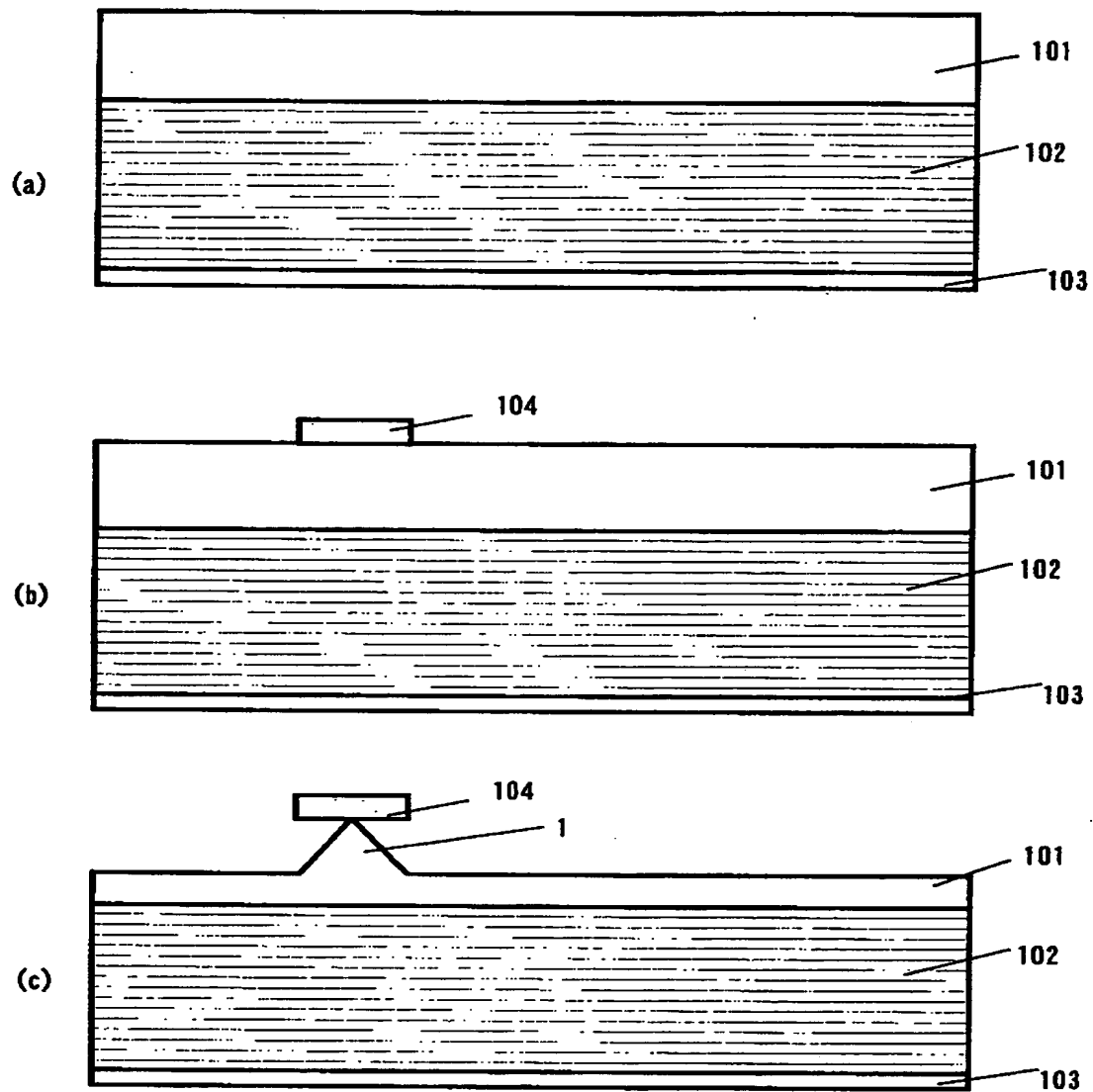
【図2】



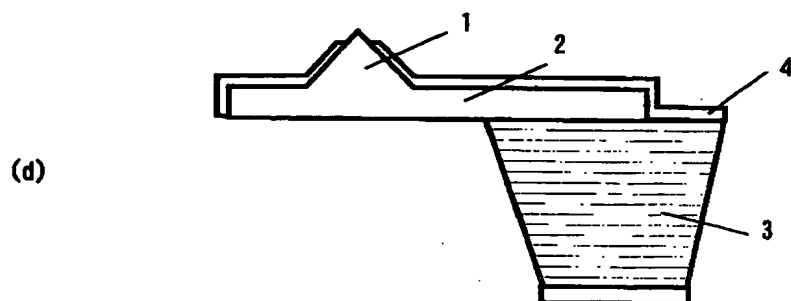
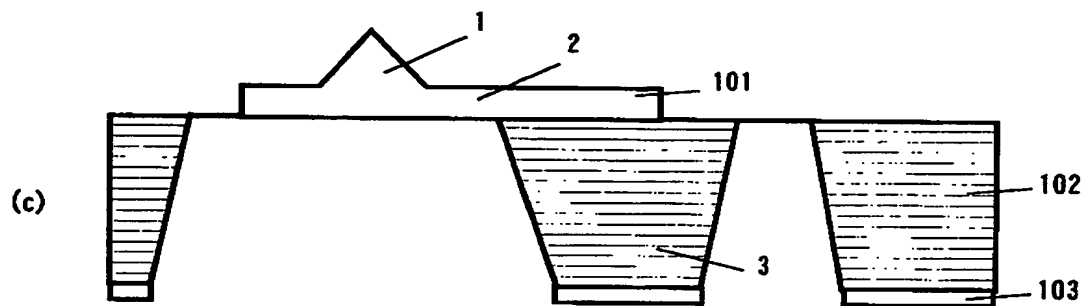
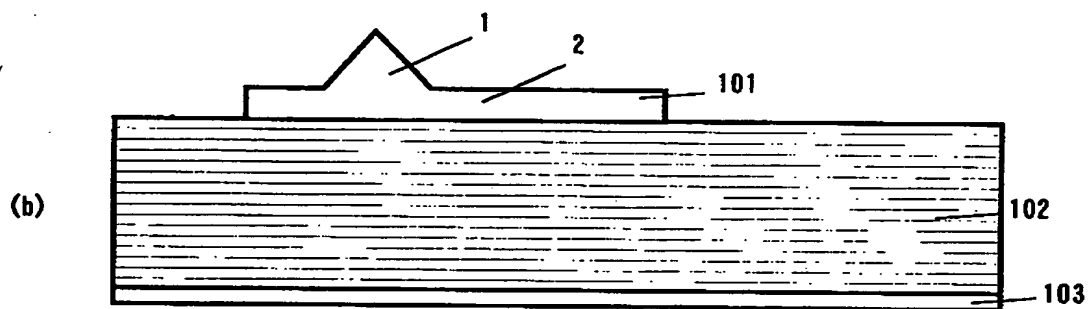
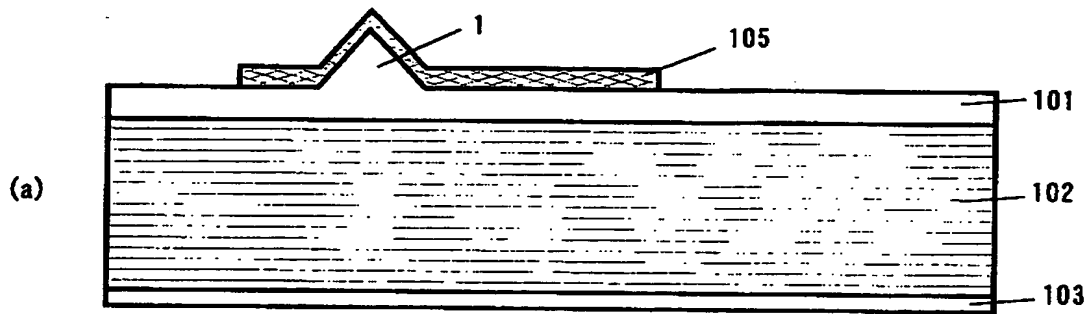
【図 3】



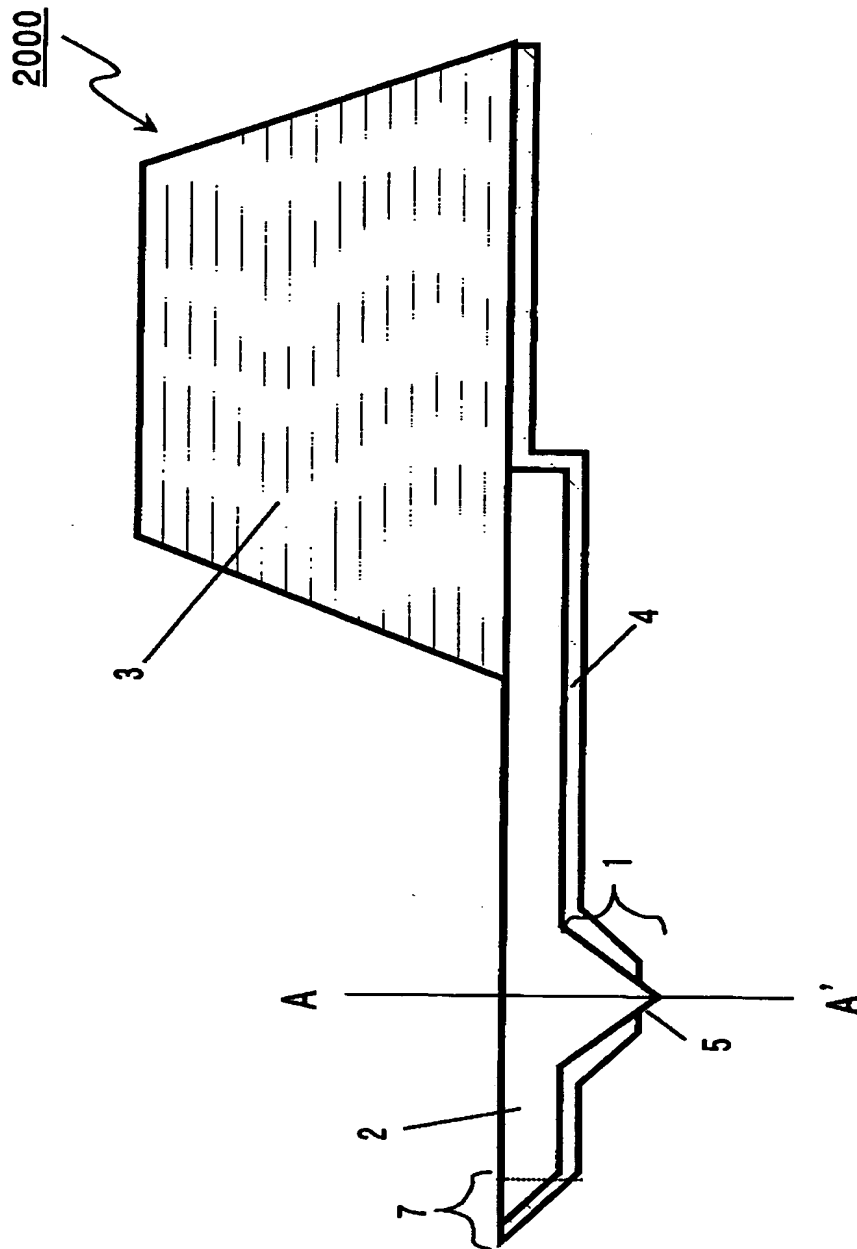
【図4】



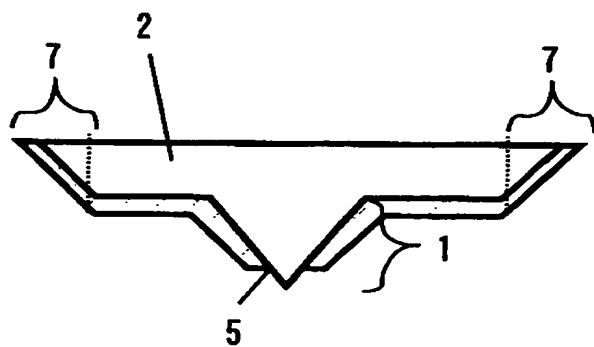
【図 5】



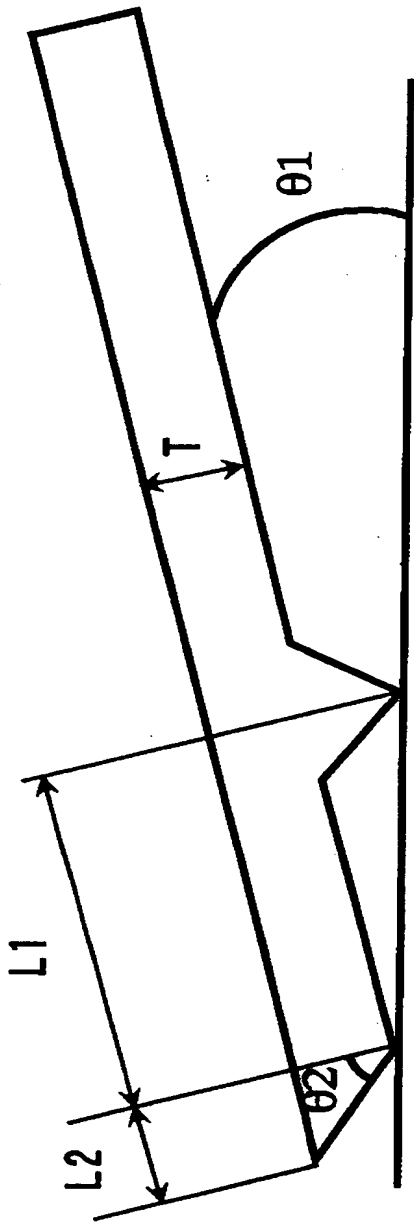
【図 6】



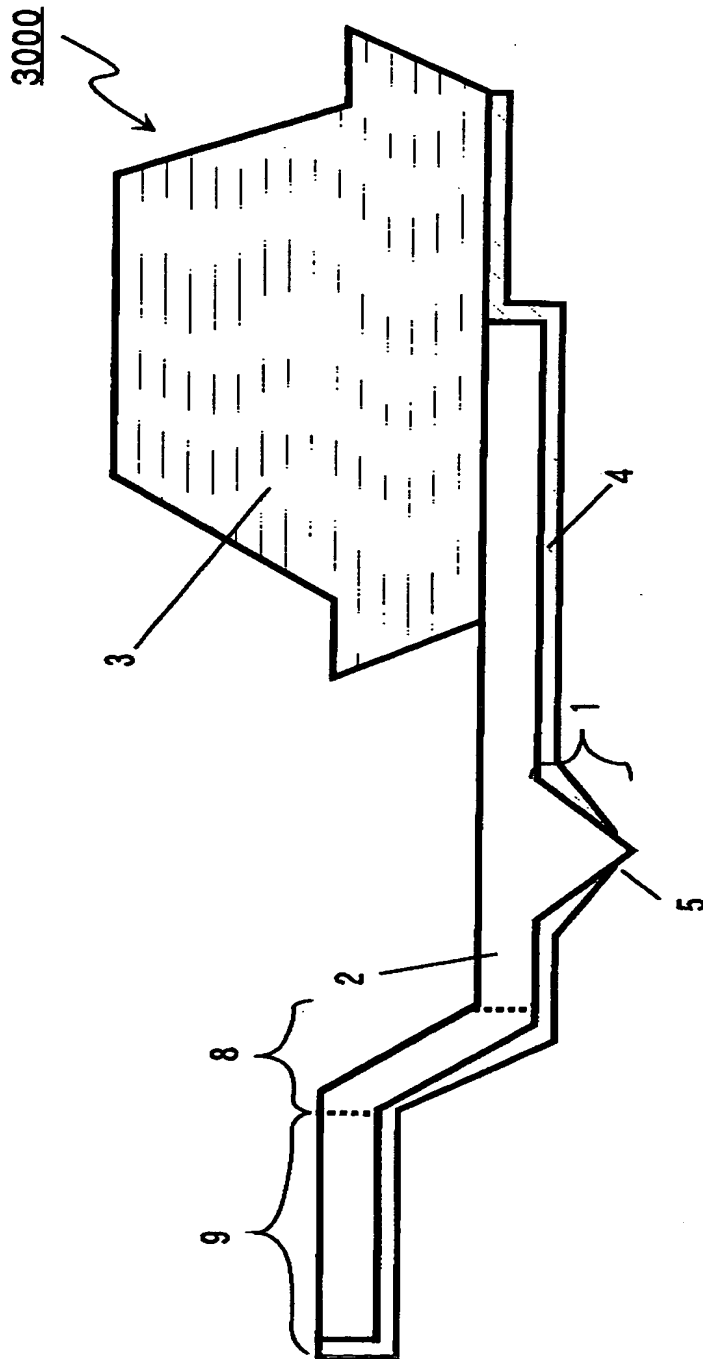
【図 7】



【図 8】

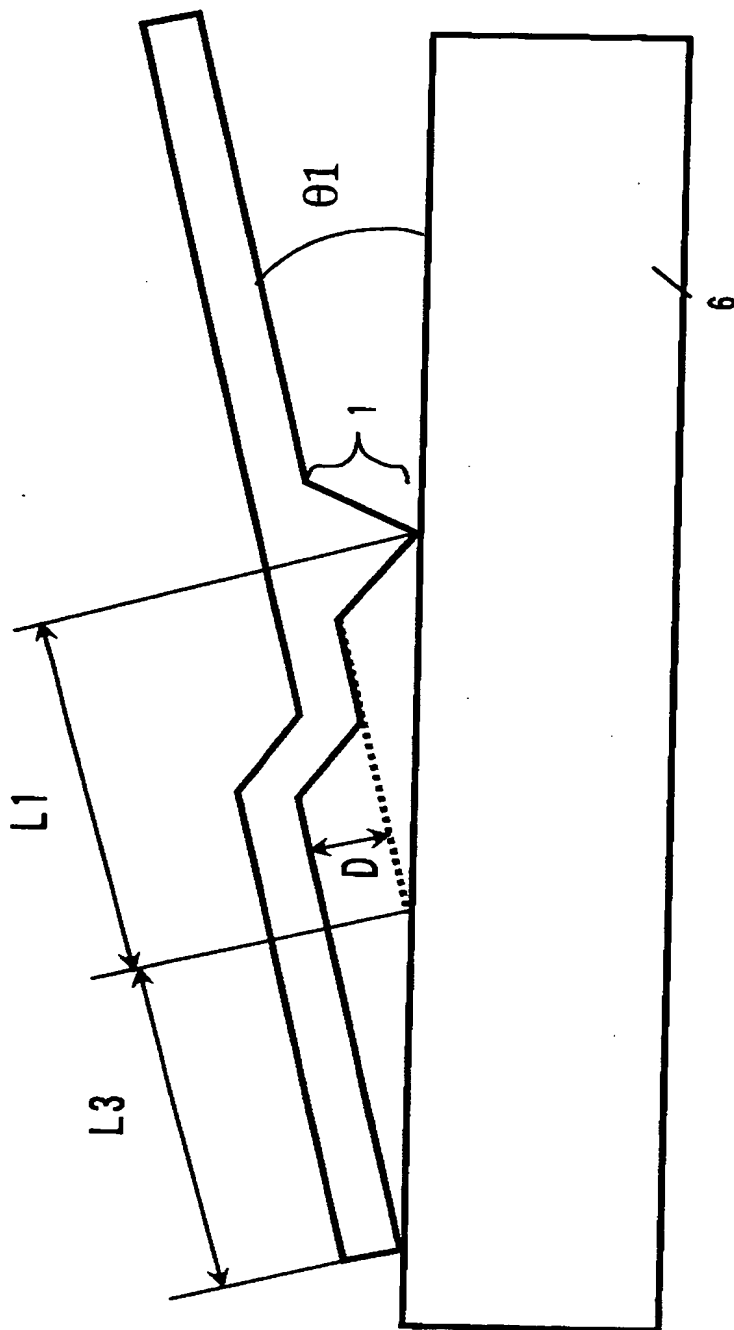


【図9】

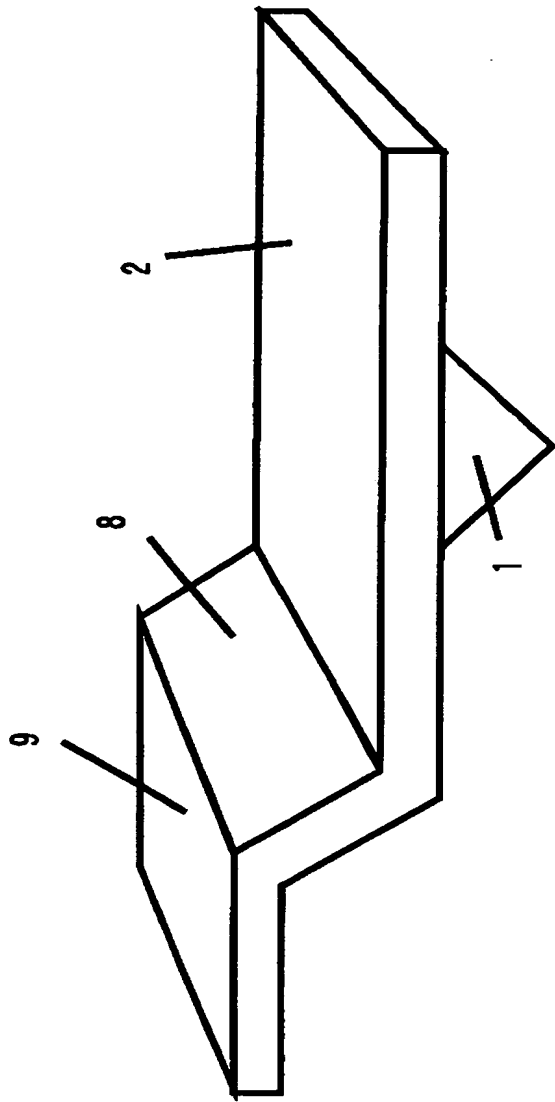




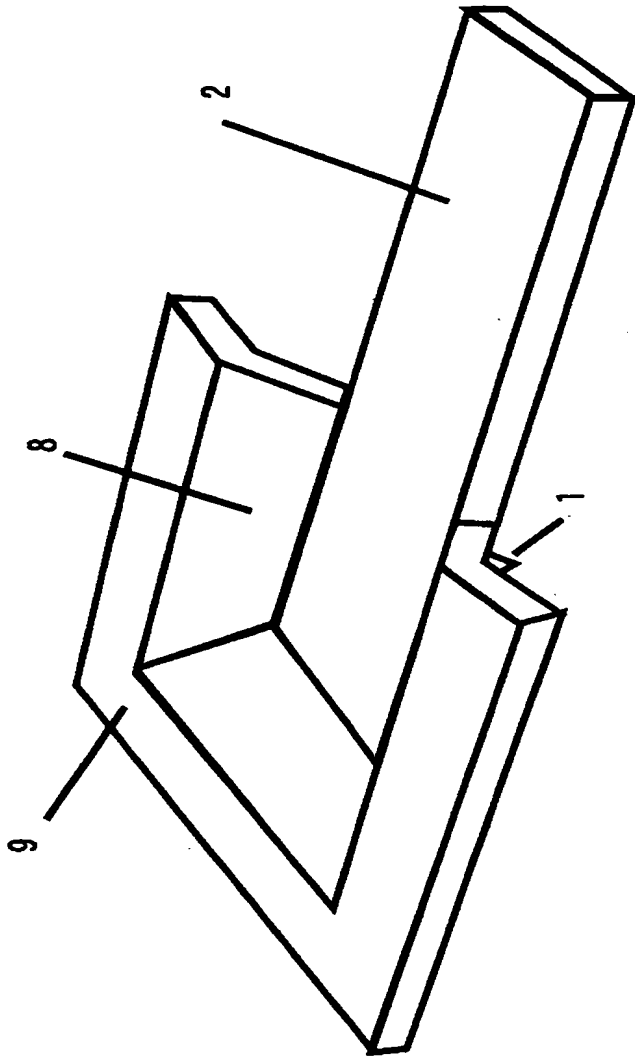
【図 10】



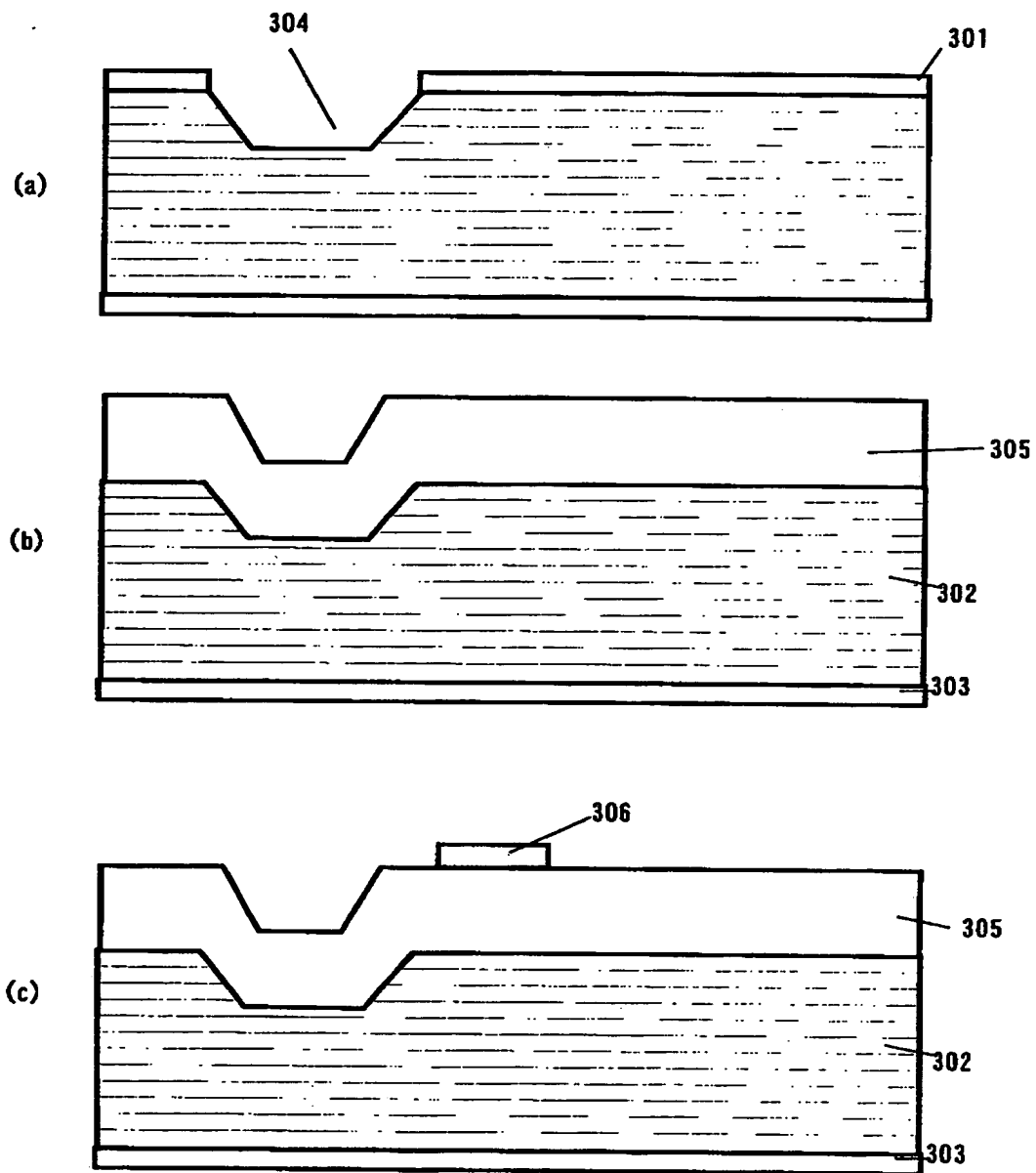
【図 1 1】



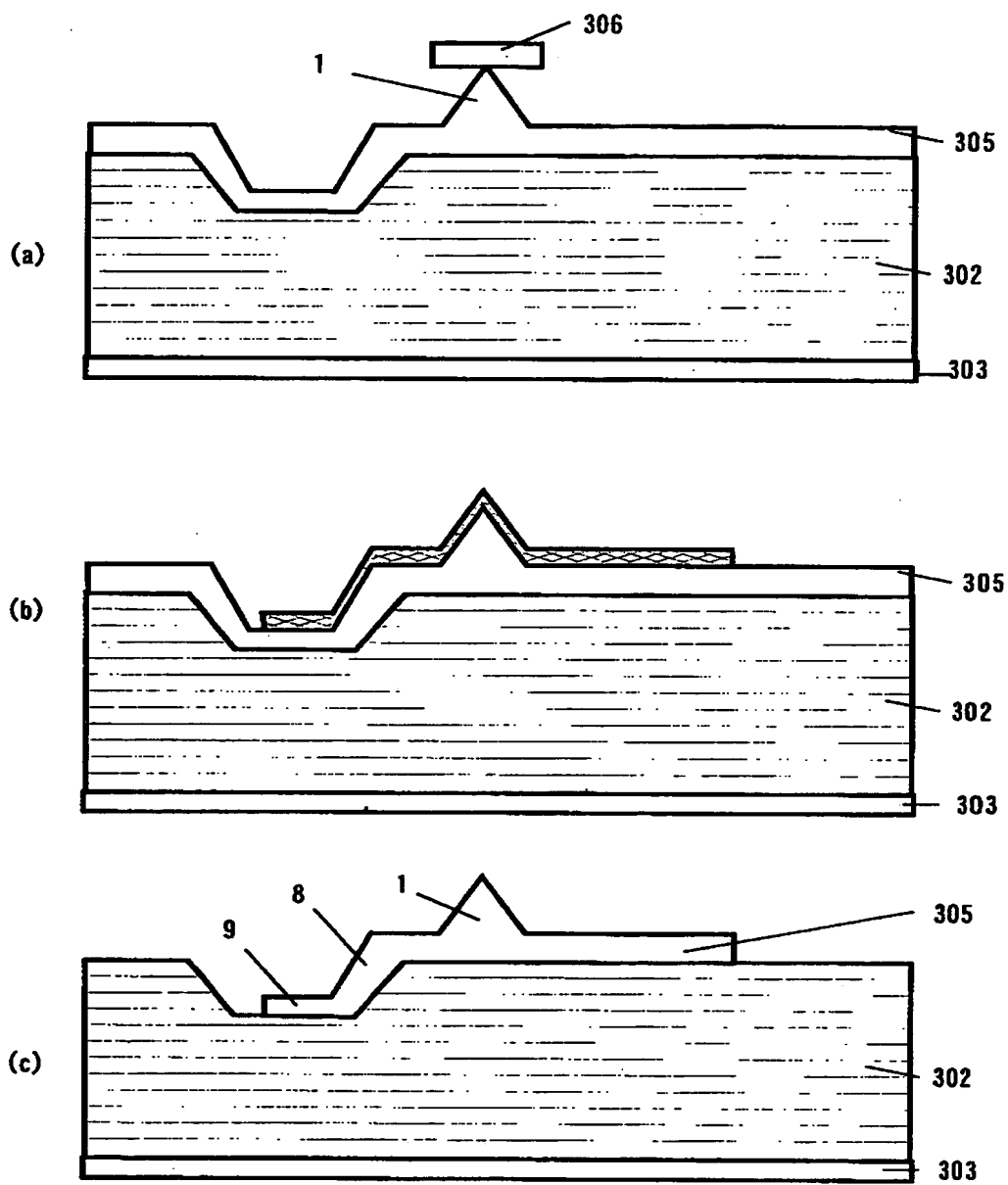
【図 12】



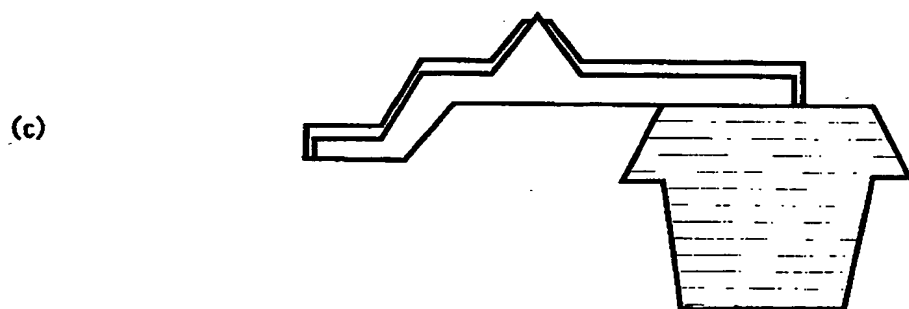
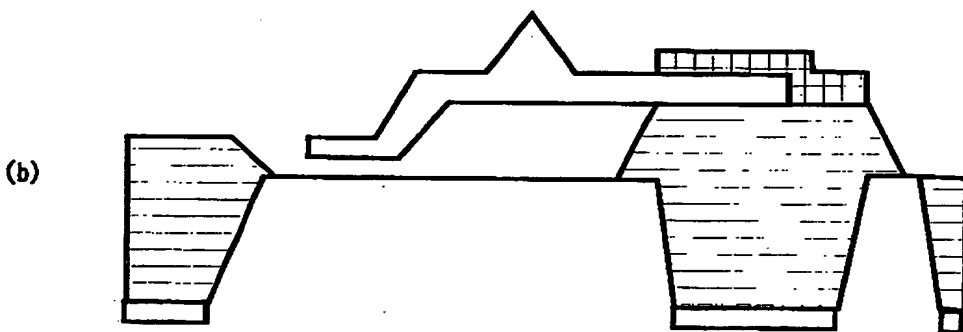
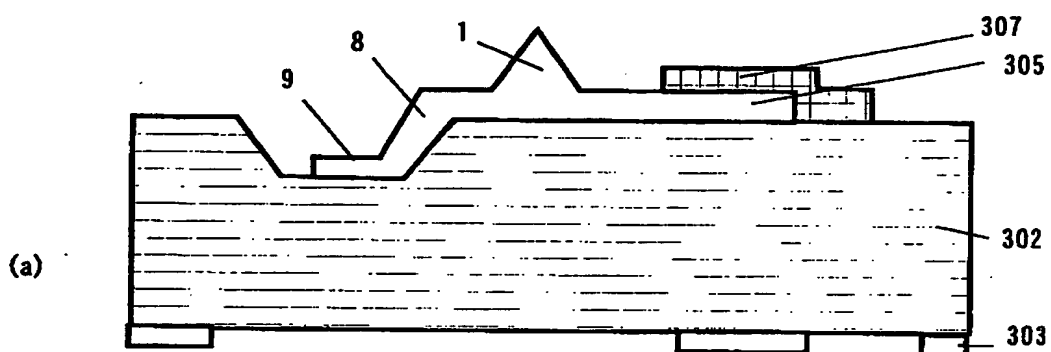
【図 13】



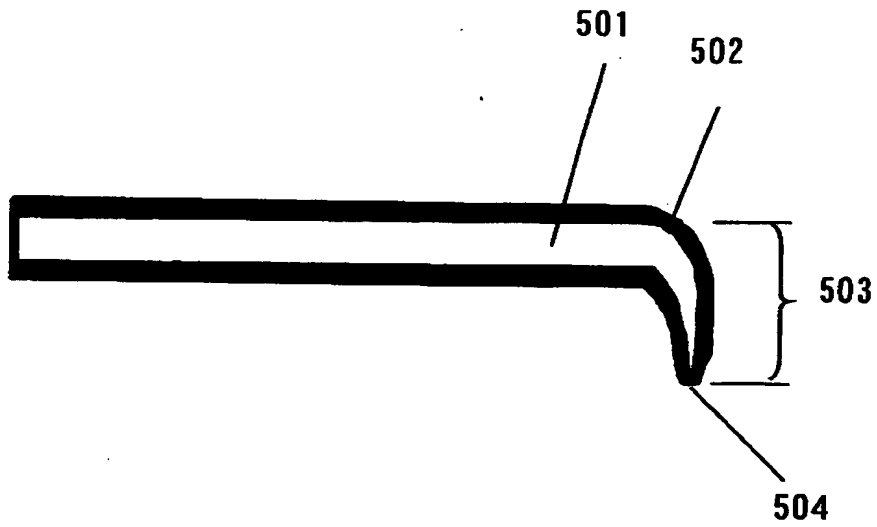
【図 14】



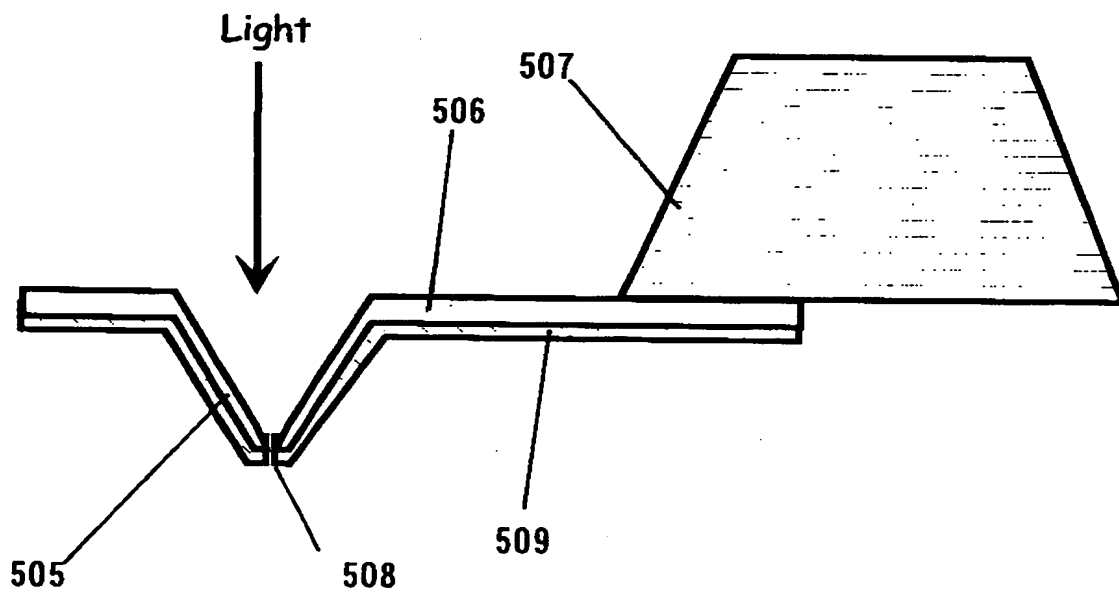
【図 15】



【図16】



【図17】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 強度の大きな近視野光を照射または／および検出することができ、S／N比の大きな光学像を取得することができる近視野光プローブおよびその製造方法を得ること。

【解決手段】 近視野光プローブ 1 0 0 0 は、片持ち梁状のカンチレバー 2 と、カンチレバー 2 を支持する基部 3 と、カンチレバー上に形成された錘状のチップ 1 と、チップ 1 の先端に形成された微小開口 5 と、カンチレバー 2 の基部 3 とは反対側の面と、チップ 1 の微小開口 5 以外の部分に形成された遮光膜 4 からなり、チップ 1 とカンチレバー 2 が、微小開口 5 において発生および／あるいは検出する光の波長に対して透過率の高い透明材料を用いて形成され、チップ 1 が透明材料で充填されている構成とする。

【選択図】 図 1



出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002325]

1. 変更年月日	1997年 7月23日
[変更理由]	名称変更
住 所	千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地
氏 名	セイコーインスツルメンツ株式会社